Ueber einen neuen Apparat

zur

qualitativen und quantitativen

Bestimmung des Traubenzuckers

im menschlichen Harn.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

vorgelegt

der

medicinischen Fakultät

der Universität Erlangen

am 9. Januar 1888

von

Benno Doctor

aus Ober-Glogau (Schlesien).

ERLANGEN.

Druck der Universitäts-Buchdruckerei von Junge & Sohn.

1888.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Fakultät zu Erlangen.

Referent: Prof. Dr. J. Rosenthal.

Seiner teuren Mutter

in aufrichtiger Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546422_0050

Die folgenden Untersuchungen sind auf Veranlassung und mit freundlicher Unterstützung des Herrn Professor Dr. R. Fleischer im Laboratorium des physiologischen Institutes zu Erlangen angestellt worden.

Die Untersuchung des Urins auf Zucker ist nicht nur vom theoretischen, sondern auch vom praktischen Standpunkte aus notwendig, da sie eines der wichtigsten Mittel zum Nachweis einer Krankheit ist, welche schon lange den Kliniker und Praktiker gleichmässig interessirt, nämlich des Diabetes mellitus.

Von jeher ist die Frage lebhaft diskutirt worden, ob im normalen menschlichen Harn bereits geringe Mengen Traubenzucker vorkommen, somit die bei Diabetes mellitus beobachtete Melliturie nur eine Vermehrung des schon im normalen Harn vorhandenen Traubenzuckers darstelle. Während nämlich einige hervorragende Forscher, wie Brücke, Bence Jones, Kühne, Iwanoff, Pavy und M. Abeles den Traubenzucker im normalen Harn nachgewiesen haben wollen, gelang es anderen Autoren — Babo, Seegen, Külz — nicht. Schon um diese Frage zu lösen, ist es von grosser Wichtigkeit, ein Verfahren zu besitzen, geringe Mengen Zucker im Harn nachweisen zu können; andererseits ist es aber auch wünschenswerth, über einen Wechsel in der Ausscheidung des Traubenzuckers im Harn der Diabetiker ins Klare zu kommen, während sie unter dem Einfluss bestimmter Arzneimittel und einer dem Kranken vorgeschriebenen Diät stehen.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass bei vielen Diabetikern, wenn sie auf absolute Fleischkost gesetzt, und ihnen alle zuckerbildenden und zuckerenthaltenden Stoffe entzogen werden, sehr häufig die Zuckermenge auf Null oder jedenfalls doch auf ein niedriges Mass herabsinkt; allerdings giebt es auch eine sog. schwere Form des Diabetes, bei welcher selbst ausschliessliche Fleischkost keine Verminderung des Zuckers im Harn herbeiführt. Ferner ist von einzelnen Autoren angegeben worden, dass eine stärkere Muskelthätigkeit eine stärkere Verbrennung des mit der Nahrung aufgenommenen und des aus dem Eiweis im Körper sich abspaltenden Zuckers und somit auch eine Verminderung des mit dem Harn ausgeschiedenen Zuckers verursacht; doch giebt es auch hier Fälle, bei denen eine stärkere Muskelthätigkeit nicht nur nicht eine Verminderung, sondern sogar eine Erhöhung des Zuckerprocentgehaltes im Harn hervorruft.

Die Arzneimittel, welche als Specifica gegen den Diabetes mellitus seit längerer Zeit gelten, bezwecken entweder die Zuckerbildung zu beschränken oder den in zu grosser Menge ausgeschiedenen Zucker zu ersetzen. In der ersten Kategorie spielt das Opium eine hervorragende Rolle, einerseits durch Herabsetzung des Zuckergehaltes und der Harnmenge, andererseits durch Verminderung des Heisshungers und des Durstes. Leider ist die Wirksamkeit des Mittels beschränkt, da es nur von Nutzen ist, so lange es angewendet wird und bei längerem Gebrauch versagt. Hierher gehören ferner die alkalischen Wässer (Karlsbad, Vichy), welche seit langer Zeit den Ruf von Specificis geniessen, deren Wirkung aber heute dem massenhaft in den Körper eingeführten warmen Wasser und den mit der Badekur verbundenen, günstig einwirkenden Nebenumständen, wie gut geregelte Diät, Aufenthalt und Bewegung in frischer Luft u. s. w. zugeschrieben wird. Neuerdings

sind auch antiparasitäre Agentien, Natr. salicyl. (5,0—10,0 pro die), Natr. benzoic. (3,0—5,0) und Acid. carbol. (0,5—1,5) empfohlen worden. Man erreicht hierdurch eine entschiedene Herabsetzung der Zuckerausscheidung, welche aber nur vorübergehend ist und für den Gesammtorganismus kaum in Betracht kommt. Den Ersatz des Zuckers für den Körper suchte man zu bewerkstelligen durch Einführung der muthmasslichen Zwischenprodukte, welche sich bei der Oxydation des Zuckers bis zur Kohlensäure und Wasser bilden. Erwähnenswerth sind die von Cantani empfohlene Milchsäure (5,0—10,0 auf 250,0—300,0 Wasser in Verbindung mit Natr. bicarbon. 5,0 pro die zu nehmen), das Glycerin und Glycerinaldehyd, von Schultze in die Therapie eingeführt, und die von Senator an Stelle der Fette vorgeschlagenen Fettsäuren in Form von Seifenpillen (Rp. Sapon. med. 9, Mucilag. gutt. nonnull. ut f. p. Nr. 60, 3 mal täglich 4—5 Stück).

Den Wert nun aller dieser aufgezählten Mittel und anderer noch in der Zukunft zu prüfender Stoffe können wir jedoch erst dann richtig erkennen, wenn wir über grosse Zahlen verfügen, welche bei fortlaufenden, quantitativen Zuckerbestimmungen zahlreicher Diabetiker, die unter der Einwirkung jener Mittel standen, gewonnen werden. Solche vergleichende Untersuchungen können in grösserem Massstabe aber nur erhalten werden, wenn nicht nur das klinische Material, sondern auch das viel grössere aus der Privatpraxis der Aerzte herangezogen wird. Dazu aber ist es dringend notwendig, dass den Aerzten eine einfache, schnell und sicher auszuführende Methode zur quantitativen Zuckerbestimmung an die Hand gegeben wird, und sie nicht mehr, wie früher, auf die oft ganz unzuverlässigen Angaben der Bestimmungen durch Apotheker angewiesen sind.

Zucker im Harn wird quantitativ bestimmt durch Titrirung mit Fehling'scher Lösung, oder man bedient sich

der optischen Polarimeter (Halbschattenapparat von Laurent, Polaristrobometer von Wild, Polarimeter von Soleil-Ventzke und Mitscherlich), mit welchen die optische Rechtsdrehung des polasisirten Lichtes durch den diabetischen Harn bestimmt, und die im Harn enthaltene Zuckermenge ziemlich genau berechnet werden kann. Der Traubenzucker gehört bekanntlich zu den rechtsdrehenden Substanzen, und nur um diesen handelt es sich bei den quantitativen Bestimmungen, da alle anderen Zuckerarten im Organismus zu Dextrose verwandelt werden.

Was die Titrirung mit Fehling'scher Lösung angeht, so wird häufig dabei nicht berücksichtigt, dass schon im normalen Harn, an Menge sehr wechselnd, reducirende Substanzen vorkommen, welche wahrscheinlich nichts mit Zucker zu thun haben. Diese erhöhen natürlich bei der titrimetrischen Bestimmung, da ihre Menge, wie schon hervorgehoben, in den verschiedenen Harnen variirt, die Menge des berechneten Zuckers nicht unbeträchtlich. Von Flinkiger ist gefunden worden, dass in einzelnen Urinen so viel reduzirende Substanz enthalten ist, dass sie einer 0,25 prozentigen Traubenzuckerlösung entspricht. Bei streng wissenschaftlichen Untersuchungen sind diese Fehlerquellen nicht zu unterschätzen. Bei fünf bis sechs Liter Urin entspricht dieselbe 10 – 12 grm Traubenzucker. Für den praktischen Arzt ist, wenn man auch von diesem Fehler absieht, jene Methode doch nicht recht zu empfehlen, da sie eine ziemlich grosse Uebung voraussetzt, längere Zeit in Anspruch nimmt, die titrirende Lösung sich leicht zersetzt und immer wieder frisch beschafft werden muss.

Die Bestimmung mit den optischen Apparaten ist ebenfalls für den Praktiker schwer ausführbar und mit manchen Schwierigkeiten verbunden. Abgesehen davon, dass die Persönlichkeit des Beobachters in Betracht kommt, da nicht alle Augen diese Farbenbestimmungen vorzunehmen

vermögen, und diese Methode 0,3 Prozent Zucker im Harn nicht mehr nachweist, muss man darauf Rücksicht nehmen, dass der Urin absolut klar sei, da er sonst kein Licht durchlässt, und so das ganze Gesichtsfeld dunkel erscheint. Ferner enthält der Urin nach Angaben von Külz, Stadelmann u. A. linksdrehende Substanzen (Oxybuttersäure, Krotonsäure), deren Gegenwart selbstverständlich die Zuckerbestimmung auf optischem Wege täuscht. Es muss in diesem Falle, nachdem die Zuckerbestimmung durchgeführt ist, durch Hefe der Zucker zersetzt, und dann noch einmal der Harn auf die Gegenwart linksdrehender Substanzen geprüft werden; sind solche gefunden, so muss eine Reduktion der gefundenen Traubenzuckermenge eintreten. Dadurch aber wird das Verfahren ein complicirteres und Zeit raubenderes. Zu alledem kommt, dass die Apparate augenblicklich noch einen sehr hohen Preis haben und so wohl nur in grossen Städten und solchen Aerzten zur Verfügung stehen, welche Mitglieder von Aerztevereinen sind, die neuerdings solche Apparate zur Benützung in Apotheken aufstellen.

Es liegt nun noch eine dritte Methode des Zuckernachweises vor, welche auf der Eigenschaft des Traubenzuckers beruht, durch Hefe in Alkohol und Kohlensäure zersetzt zu werden. Zum qualitativen Nachweis auf diesem Wege bedient man sich eines Reagensröhrchens, welches mit dem zu untersuchenden Harn, dem frische Presshefe beigefügt ist, gefüllt wird und welches umgekehrt an einem Stativ unter Quecksilber befestigt ist. Ist Zucker im Harn, so wird die aus demselben entbundene Kohlensäure, entsprechend der Menge des vorhandenen Traubenzuckers, in geringerer oder bedeutenderer Qualität im oberen Teile des Reagensröhrchens sich ansammeln und den Harn heraustreiben. Diese Methode ist ausserordentlich scharf und zuverlässig, da sie noch deutlich 0,15 — 0,2 Prozent

Traubenzucker im Harn angiebt (Penzoldt), während bei dieser Concentration die Trommer'sche und Moore'sche Probe im Stich lässt. Die Kohlensäure lässt sich als solche nach Abgiessen des Harnes durch Kalkwasser (kohlens. Kalk) bestimmen. Auch zur quantitativen Bestimmung wurde früher schon die Gährung benutzt, doch haben diese Methoden nur noch historischen Wert.

Da nun aber durch Gährung, wie oben gesagt, qualitativ geringe Mengen Zucker sicher nachgewiesen werden können, so handelt es sich zur quantitativen Bestimmung auf diesem Wege nur um einen für den praktischen Gebrauch geeigneten Apparat. Ein solcher ist neuerdings auf Veranlassung und nach Angaben des Herrn Prof. Dr. R. Fleischer in einer Glasfabrik hergestellt worden und hat die weitere Armirung des Apparates der Hausmeister des physiologischen Institutes zu Erlangen, Ch. Ruckdäschel, übernommen.

Der Apparat besteht aus einem Glascylinder, welcher oben und unten etwas verengt und oben mit einem Gummistopfen, der durch Schraubenvorrichtung gut schliessbar gemacht werden kann, versehen ist; unten besitzt er einen gläsernen Fuss. Der untere Teil des Cylinders, der vom oberen durch eine an der inneren Wand des Cylinders eingeschmolzene Glasplatte zum Teil abgeschlossen ist, wird mit Quecksilber gefüllt und steht durch eine in die Glasplatte eingefügte Röhre mit dem oberen Teil in Verbindung. Parallel dieser Röhre, aber aussen, läuft ein kalibrirtes Rohr von dem mit Quecksilber gefüllten Teile aus; der Nullpunkt an demselben ist unten, und es wird so viel Quecksilber in den Apparat gefüllt, dass es in der Röhre gerade bis auf Null steht. In die kalibrirte Röhre, welche oben etwas erweitert ist, wird ein kleines, gebogenes Glasröhrchen eingehängt, an dem ein dünner Gummischlauch

befestigt ist, dessen unteres Ende bis in das Innere eines neben den Apparat zu stellenden Kölbchens reicht.

Bei der quantitativen Bestimmung des Zuckers im Harn braucht man, um der lästigen Mühe der Bestimmung des Barometerdruckes und der Temperatur überhoben zu sein, zwei Apparate, welche unter den gleichen Bedingungen aufgestellt sind. Da der Harn der Diabetiker gewöhnlich 2 bis 5 Procent Zucker enthält, der Apparat aber schon bei ungefähr 1 Procent Zuckerlösung, wenn 20 cbcm desselben verwendet werden, nicht mehr ausreicht, — es wird dann das Quecksilber aus der kalibrirten Röhre in das Kölbchen abgetrieben —, so ist es nötig, den diabetischen Harn zu verdünnen. Es wird am besten in folgender Weise verfahren:

Man nimmt ein Kölbchen von 100 cbcm Inhalt, welches eine Marke am Halse trägt, und füllt mit einer Pipette in dieses Kölbchen 5 cbcm des zu untersuchenden Harnes, hierauf Wasser bis zur Marke, schüttelt dann tüchtig um und nimmt mit einer anderen Pipette 10 cbcm des verdünnten Harnes; mit diesen löst man in einem Bechergläschen ungefähr einen Fingerhut frischer Hefe — wir nahmen bei unseren Versuchen immer 2 grms — und bringt dann alles in den oberen Raum des Cylinders. Wäre in dem Apparat der Harn vierprocentig, so hätten wir, da vom zwanzigfach verdünnten Urin 10 cbcm genommen wurden, 0,02 Traubenzucker auf 10 cbcm verdünnten Harn, also eine 0,2procentige Lösung.

In den zweiten Apparat, der den gleichen Rauminhalt besitzt und die gleiche Menge Quecksilber enthält, bringt man 10 cbcm einer 0,2procentigen Traubenzuckerlösung, nachdem man denselben auf vorher beschriebene Weise die gleiche Menge Hefe zugesetzt hat. (Die Traubenzuckerlösung selbst stellt man her, indem man zwei Gelatinekapseln von 0,1 grm Traubenzucker — es werden solche

den Apparaten beigegeben — in das vorher benutzte, gut gereinigte und bis zur Marke mit Wasser gefüllte Kölbchen wirft und darauf ordentlich schüttelt, bis sich alles gelöst hat). In diesem Apparat wäre dann 0,02 grm Traubenzucker auf 10 cbcm Wasser, also, wenn der zu untersuchende Urin 4proc. wäre, ungefähr die gleichen Verhältnisse, wie in dem ersten Apparat.

Bei einer Zimmertemperatur nun von 14° ist die Gährung, wie wir uns durch Versuche überzeugten, nach vier und zwanzig Stunden beendet (es liess sich in der Flüssigkeit mit Fehling'scher Lösung kein Zucker mehr nachweisen).

Wenn die Hefe wirksam ist — man wählt am besten frische Presshefe, wie man sie bei jedem Bäcker haben kann —, so wird der Zucker in beiden Apparaten in Alkohol und Kohlensäure umgesetzt werden. Die Kohlensäure steigt als Gas nach oben und übt, da der Luftraum durch die früher beschriebene Röhre mit dem Quecksilber in Kommunikation steht, einen Druck auf dieses aus. Je nach der Menge der gebildeten Kohlensäure steigt nun das Quecksilber in der kalibrirten Röhre mehr oder weniger über den Nullpunkt und lässt sich so genau ablesen. Die Zuckerlösung, welche 0,02 Traubenzucker enthält, entspricht also, wie schon einmal gesagt, einer 0,2 procentigen Traubenzuckerlösung.

Steht nun der Quecksilberstand in beiden Apparaten, welche sich ja unter den gleichen Bedingungen des Barometerdruckes und der Temperatur befanden, gleich hoch, so würde im Harn, da wir denselben zwanzigfach verdünnt haben, 4 Proc. anzunehmen sein. Haben wir dagegen in dem Apparat, welcher den diabetischen Harn enthält, einen halb so hohen Quecksilberstand, so würden wir 2 Procent haben, während bei doppelt so hohem Stand 8 Procent anzunehmen ist.

Die Berechnung, auch wenn der Stand nicht doppelt

oder halb oder gleich so hoch ist, ist nicht schwierig. Nehmen wir einfach an, wir hätten in dem Apparat, welcher die wässerige Traubenzuckerlösung enthält, vier Teilstriche von 0 ab und in dem anderen, mit verdünntem diabetischen Harn gefüllten, sieben Teilstriche. Wir brauchen in diesem Falle nur 4 in 0,2% zu dividiren, so kommt auf einen Teilstrich 0,05%; multipliziren wir nun die Zahl der Teilstriche in dem anderen Apparat, also sieben mit 0,05%, so bekommen wir 0,35. Da nun aber der Urin zwanzigfach verdünnt ist, so ist der Procentgehalt zwanzig Mal höher, also 7 Procent.

Der Apparat mit der Traubenzuckerlösung kann ruhig längere Zeit bei fortlaufenden Bestimmungen der Zuckermengen im Harn als Controlle dienen, da die gebildete Kohlensäure, wenn der Apparat gut schliesst, nicht entweichen kann. Wir brauchen dann nur in den anderen Apparat den zu untersuchenden Harn füllen, die Gährung an einem warmen Ort vor sich gehen und darauf beide Apparate an demselben Orte, unter gleichen Bedingungen stehen zu lassen.

Obgleich also die Berechnung, wie eben gezeigt, in jedem Falle leicht ist, so empfiehlt es sich doch, wenn man möglichst exakte und genaue Resultate, besonders zu wissenschaftlichen Untersuchungen erhalten will, die Bedingungen dadurch fast gleich zu stellen, dass man den diabetischen Harn so lange verdünnt, bis in beiden Apparaten der gleiche Quecksilberstand ist. Man hat dann nur den Procentgehalt der ja bekannten Traubenzuckerlösung mit der Grösse der Verdünnung zu multipliziren, um den Procentgehalt des diabetischen Harnes zu erhalten.

Unsere nächste Aufgabe war es dann zu prüfen, ob normaler Urin mit Hefe versetzt nicht auch Kohlensäure produzirt. Es wurden deshalb eine grössere Reihe von Versuchen nach dieser Richtung hin angestellt. Zuerst

wurden zehn Apparate mit den gleichen Mengen frisch gelassenen Urins der verschiedensten Individuen und den gleichen Mengen Hefe angesetzt und längere Zeit stehen gelassen.

Apparat	Nr.	1	mit	Harn	des	Individuums	A	zeigte	6	Teilstriche
„	Nr.	2	„	„	„	„	B	„	4	„
„	Nr.	3	„	„	„	„	C	„	6	„
„	Nr.	4	„	„	„	„	D	„	2	„
„	Nr.	5	„	„	„	„	E	„	5	„
„	Nr.	6	„	„	„	„	F	„	3	„
„	Nr.	7	„	„	„	„	G	„	7	„
„	Nr.	8	„	„	„	„	H	„	4	„
„	Nr.	9	„	„	„	„	I	„	5	„
„	Nr.	10	„	„	„	„	K	„	4	„
„	Nr.	11	„	„	„	„	A	„	6	„
„	Nr.	12	„	„	„	„	E	„	5	„

Wir konnten also aus den eben angeführten Versuchen schliessen, dass die betreffenden Harne ausserordentlich wechselnde Mengen Kohlensäure abgegeben hatten, und während mehrere Harne verschiedener Personen den gleichen Quecksilberstand zeigten, hatten andere einen viel höheren oder niederen: der Harn desselben Individuums aber wies, wie Apparat Nr. 1 u. Nr. 11 resp. Nr. 5 u. Nr. 12 zeigen, den gleichen Ausschlag des Quecksilbers auf.

Es drängte sich nun uns die Frage auf, ob vielleicht die aus dem Harn etwa frei werdenden Gase den ganzen oder teilweisen Ausschlag bewirken. Zur Beantwortung dieser Frage stellten wir folgende Apparate auf:

Apparat	Nr. 1	mit im Wasserbade gekochten	Urin	u.	Hefe	ergab	4	Teilstriche		
„	Nr. 2	„ mittelst Flamme	„	„	„	„	„	4	„	
„	Nr. 3	„ ungekochtem	Urin			„	„	„	4	„

Harn desselben Individuums.

Apparat Nr. 4 mit im Wasserbade gekochten Urin u. Hefe ergab 5 Teilstriche
„ Nr. 5 „ mittelst Flamme „ „ „ „ „ 5 „
„ Nr. 6 „ ungekochtem Urin „ „ „ 5 „

Harn desselben Individuums.

Apparat Nr. 7 „ im Wasserbade gekochten Urin u. Hefe ergab 2 Teilstriche
„ Nr. 8 „ mittelst Flamme „ „ „ „ „ 2 „
„ Nr. 9 „ ungekochtem Urin „ „ „ 2 „

Harn desselben Individuums.

Wir sahen so, dass die Apparate mit dem Harn, aus welchem die Gase durch Kochen ausgetrieben worden waren, denselben Quecksilberstand aufwiesen, als die mit ungekochtem Harn gefüllten, und waren zu dem Schlusse berechtigt, dass etwa aus dem Harn frei werdende Gase keinen Einfluss auf Erhöhung des Quecksilberstandes haben können.

Um nun zu eruiren, ob die Steigung des Quecksilbers durch Kohlensäuredruck bedingt sei, setzten wir acht Apparate in folgender Weise an:

Apparat Nr. 1 mit Harn und Hefe ergab 4,5 Teilstriche
„ Nr. 2 derselbe Harn mit Hefe u. Salzsäure „ 6,5 „
„ Nr. 3 derselbe Harn mit Hefe u. Weinsäure „ 7 „
„ Nr. 4 derselbe Harn mit Hefe u Natronlauge „ 1 „

Apparat Nr. 5 mit Harn und Hefe ergab 7 Teilstriche
„ Nr. 6 derselbe Harn mit Hefe u. Salzsäure „ 10 „
„ Nr. 7 derselbe Harn mit Hefe u. Weinsäure „ 10,5 „
„ Nr. 8 derselbe Harn mit Hefe u. Natronlauge „ 2 „

Aus diesen Versuchen konnten wir nun ablesen, dass dieselben Harne mit Hefe, wenn ihnen Weinsäure resp. Salzsäure zugesetzt wurde, einen höheren, bei Zusatz von Natronlauge einen bedeutend niederen Ausschlag zeigten. Wir schlossen daraus, dass der Harn beim Stehen kohlen-

saures Ammon (aus dem Harnstoff) entwickelt, da bekanntlich Harnstoff in geringer Menge bei Zimmertemperatur sich leicht zersetzt, und dass durch die Weinsäure, beziehungsweise Salzsäure das kohlensaure Ammon zu Salmiak resp. weinsaurem Ammon und Kohlensäure umgesetzt war, wobei dann die freie Kohlensäure einen stärkeren Druck ausübte, als das kohlensaure Ammon. Bezüglich des Ergebnisses bei Zusatz von Natronlauge konnten wir nur annehmen, dass durch dieselbe etwa frei werdende Kohlensäure absorbirt und das kohlensaure Ammon in kohlensaures Natron übergeführt werde, oder das frei werdende Ammoniak in zu geringer Menge vorhanden sei, als dass es einen stärkeren Druck ausüben könnte.

Der Umstand, dass normaler Urin mit Hefe fast immer einen Ausschlag giebt, würde selbstverständlich die Brauchbarkeit des Apparates bedeutend vermindern. Nun verdünnten wir aber den Harn verschiedener Personen in verschieden starker Weise und erhielten folgende Resultate:

Apparat

Nr. 1 mit 1 cbcm Harn u. 20 cbcm Wasser u. Hefe ergab keine Steigung
„ 2 mit 2 „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „
„ 3 mit 4 „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

Harn desselben Individuums.

Apparat

Nr. 4 mit 1 cbcm Harn u. 20 cbcm Wasser u. Hefe ergab keine Steigung
Nr. 5 mit 2 „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „
Nr. 6 mit 4 „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

Harn desselben Individuums.

Das Ergebnis dieser Versuche führte uns zu dem Schlusse, dass normaler Harn und Hefe in zwanzigfacher, zehnfacher, ja noch in fünffacher Verdünnung keine Erhöhung des Quecksilberstandes in den Ap-

paraten zeigte, wenn die Zimmertemperatur seit der Füllung nicht höher gestiegen war. Wir können somit, da normaler Harn in zehnfacher und sogar noch geringerer Verdünnung mit Hefe keine bemerkbare Menge Kohlensäure entwickelt, und wir ja bei der Zuckerbestimmung des Harns den schon an und für sich diluirten Urin noch verdünnen, denselben ruhig mit einer wässerigen Traubenzuckerlösung vergleichen. Nur müssen wir darauf Rücksicht nehmen, dass bei Ablesung des Quecksilberstandes nach beendeter Gährung beide Apparate sich mindestens eine Stunde lang unter gleichen Bedingungen der Temparatur und des Barometerdruckes befunden haben.

Von grosser Wichtigkeit war es zu wissen, ob gleiche Mengen Zucker resp. gleichprocentige Zuckerlösungen gleiche und allmählich procentisch steigende Zuckerlösungen gleichmässige Steigung des Quecksilbers bedingen. Es wurden nach dieser Richtung hin eine grosse Menge von Versuchen angestellt, von denen wir nur folgende vor Augen führen wollen:

Apparat	Nr. 1	mit	20	cbcm	einer	0,1%	Lösung	ergiebt	6 Teilstriche
„	Nr. 2	mit	„	„	„	„	„	„	6 „
„	Nr. 3	mit	„	„	„	„	„	„	6 „
„	Nr. 4	mit	„	„	„	„	„	„	6 „
„	Nr. 5	mit	„	„	„	„	„	„	6 „

bei Temperatur 22,°.

Apparat	Nr. 1	mit	20	cbcm	einer	0,05%	Lösung	ergiebt	1,5 Teilstriche
„	Nr. 2	mit	„	„	„	0,1%	„	„	2,5 „
„	Nr. 3	mit	„	„	„	0,2%	„	„	6 „
„	Nr. 4	mit	„	„	„	0,3%	„	„	8,5 „

bei Temperatur 18°.

Apparat	Nr. 1	mit 20 cbcm	einer	0,05%	Lösung	ergiebt	2	Teilstriche
„	Nr. 2	mit „	„	0,1%	„	„	4	„
„	Nr. 3	mit „	„	0,2%	„	„	7,5	„
„	Nr. 4	mit „	„	0,3%	„	„	11,5	„

bei Temperatur 19°.

Apparat	Nr. 1	mit 20 cbcm	einer	0,05%	Lösung	ergiebt	5	Teilstriche
„	Nr. 2	mit „	„	0,1%	„	„	12	„
„	Nr. 3	mit „	„	0,2%	„	„	18	„
„	Nr. 4	mit „	„	0,3%	„	„	23	„

bei Temperatur 24°.

Aus den angeführten und der grossen Menge ähnlicher Versuche musste sich für uns ergeben, dass gleichprocentige Zuckerlösungen, wenn sie denselben Bedingungen unterworfen werden, gleiche Steigung aufwiesen. Ferner war ersichtlich, dass Zuckerlösungen mit progressiv steigendem Procentgehalt dieselbe Progression an dem Ausschlage des Quecksilbers zeigten, allerdings mit ganz geringen Differenzen, die der Genauigkeit der Untersuchung wohl wenig Abbruch thun. Grösser wurden die Differenzen in dem Quecksilberstande, wenn die Versuche bei hohen Temperaturen angestellt wurden (vgl. die letzte Reihe aufgestellter Apparate), weshalb sich nur Temperaturen bis zu 18° oder 19° empfehlen. Ist der Ort der Gährung dennoch höher temperirt gewesen, so verfährt man am zweckmässigsten, wenn man nach beendeter Gährung beide Apparate an einem gleichmässig kühlen Raum auf kürzere Zeit, etwa eine Stunde, stehen lässt, worauf man von neuem den Quecksilberstand ablesen kann.

Ziehen wir aus unseren Versuchen das Facit, so geht daraus hervor, dass das angegebene Verfahren, welches selbstverständlich auch zum qualitativen Nachweis des

Zuckers im Harn zu verwenden ist, einen Vorzug vor den übrigen Bestimmungsmethoden verdient, da es für den Arzt verhältnissmässig leicht handlich ist und zuverlässige Resultate giebt. Mit dem Apparat lassen sich noch viel geringere Zuckermengen nachweisen, als das mit Fehling'scher Lösung und den optischen Halbschattenapparaten möglich ist. Ist der Arzt im Besitze mehrerer Apparate, welche natürlich vorher auf ihre Gleichheit geprüft sein müssen, so kann er sehr schnell mehrere Harnproben zur Gährung ansetzen und hat dann nach vier und zwanzig Stunden ein ziemlich sicheres Resultat, welches er noch exakter machen kann, wenn er die Bedingungen in den beiden Apparaten, wie früher angegeben, möglichst gleichmässig gestaltet. Hervorheben wollen wir noch an dieser Stelle, dass es wünschenswerth ist, den Apparat nicht länger als vier und zwanzig Stunden stehen zu lassen, da selbst im verdünnten Harn Fäulnis eintreten kann, und so grössere Zuckermengen vorgetäuscht werden dürften.

Am Schluss meiner Arbeit fühle ich mich verpflichtet, Herrn Prof. Dr. R. Fleischer für die Veranlassung und freundliche Unterstützung bei meinen Untersuchungen und Herrn Prof. Dr. J. Rosenthal für die Übernahme des Referates und gütige Überlassung des Laboratoriums im physiologischen Institut meinen wärmsten Dank auszusprechen.